

Hip joint replacement guide frame

Publication number: FR2775889

Publication date: 1999-09-17

Inventor: GRENIER ALAIN

Applicant: GRENIER ALAIN (FR)

Classification:

- **International:** **A61B17/15; A61F2/46; A61B19/00; A61F2/32; A61B17/14; A61F2/46; A61B19/00; A61F2/32; (IPC1-7); A61B17/56; A61B17/14; A61F2/46**

- **European:** A61B17/15; A61F2/46M

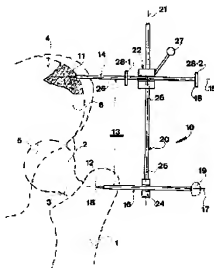
Application number: FR19980003110 19980313

Priority number(s): FR19980003110 19980313

Report a data error here

Abstract of **FR2775889**

The frame (10) has pointers to measure the distance between a predetermined point (11) on the iliac bone (4) and a second point preset point (12) on the femur (3). It has a rod (40) to define a cutting plane for the neck of the femur between the top (42) of the femur head (2) and the second point (12) on the femur.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 13.03.98.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 17.09.99 Bulletin 99/37.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : GRENIER ALAIN — FR.

72 Inventeur(s) : GRENIER ALAIN.

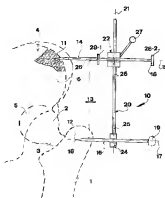
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : ABRITT.

54 MATERIEL ANCILLAIRE DE PREPARATION A L'IMPLANTATION D'UNE PROTHESE TOTALE DE HANCHE.

57 la présente invention concerne les ancillaires de pré-
paration à l'implantation d'une prothèse totale de hanche.

L'ancillaire selon l'invention, de préparation à la pose
d'une prothèse totale de hanche entre un fémur 1 compor-
tant une tête 2 et un col 3 et l'os iliaque 4 comportant une
cavité cotyloïdienne 5 une aile 6, se caractérise essentielle-
ment par le fait qu'il comporte des moyens 10 pour prendre
une mesure de cote 13 entre un premier point prédéfini 11
sur l'os iliaque 4 et un second point 12 prédéfini sur le fémur
3, et moyens 40 pour définir un plan de coupe du col du fé-
mur 3 entre le sommet 42 de la tête du fémur 2 et le second
point 12 prédéfini sur le fémur.



La présente invention concerne les matériels ancillaires de préparation à l'implantation d'une prothèse totale de hanche entre un fémur et l'os iliaque.

- De façon connue, pour différentes raisons, accidents, maladies, usure, etc., il est parfois nécessaire de remplacer l'articulation entre le fémur et la cavité cotyloïdienne de l'os iliaque par une articulation artificielle.

- L'opération chirurgicale nécessaire pour un tel remplacement consiste très schématiquement, d'une part à enlever la tête du fémur en coupant l'os au niveau du col du fémur puis à introduire et fixer, dans le canal médullaire du fémur préparé à cet effet, la tige d'une patte de prothèse portant une tête sphérique constituant la partie mâle d'une rotule, et d'autre part à modeler la cavité cotyloïdienne de l'os iliaque pour y introduire et y fixer un cotyle constituant la partie femelle de la rotule, complémentaire de la partie mâle.

- La technique utilisée par les chirurgiens pour implanter une telle prothèse est bien connue depuis de nombreuses années et ne pose a priori plus de problèmes opératoires majeurs. Elle ne sera donc pas plus amplement décrite ici.

- Il demeure cependant un problème que les chirurgiens maîtrisent parfois de façon relativement empirique, celui du meilleur positionnement possible du couple "cotyle-patte de prothèse" pour que le patient retrouve une disposition symétrique pour la longueur de ses deux membres inférieurs, de façon qu'il ne ressente absolument aucune gêne ni déséquilibre.

- Or, pour positionner le couple "cotyle-patte de prothèse", les praticiens n'ont à ce jour à leur disposition que la comparaison d'images radiographiques prises avant et pendant l'opération et, pour mettre en œuvre cette méthode, les praticiens n'ont pas réellement de points de repère. En conséquence, l'opération conduit parfois à des résultats qui ne sont pas ceux qui avaient été souhaités par le chirurgien et ne permet pas au patient de retrouver le bien-être qu'il avait espéré.

- Les moyens mis à la disposition des praticiens pour positionner le couple "cotyle-patte de prothèse" peuvent donc présenter de graves inconvénients, d'autant plus que, dans le cas où le couple "cotyle-patte de prothèse" s'avère ne pas avoir été positionné correctement, il est presque impossible d'opérer à nouveau pour rectifier la pose de la prothèse.

- La présente invention a donc pour but de réaliser un matériel ancillaire de préparation à l'implantation d'une prothèse totale de hanche entre un fémur et l'os iliaque, qui permette de pallier les inconvénients mentionnés ci-dessus des techniques utilisées pour implanter de telles prothèses et qui facilite



très grandement le travail du chirurgien en l'assurant d'un résultat final optimal pour le bien-être du patient qu'il a opéré.

Plus précisément, la présente invention a pour objet un matériel ancillaire de préparation à l'implantation d'une prothèse totale de hanche
5 entre un fémur comportant une tête et un col, et l'os iliaque comportant une cavité cotyloïdienne et une aile, caractérisé par le fait qu'il comporte:

des moyens pour prendre la mesure d'une cote entre un premier point prédéfini sur l'aile de l'os iliaque et un second point prédéfini sur le fémur, et

des moyens pour définir un plan de coupe du col du fémur entre le
10 sommet de la tête du fémur et le second point prédéfini sur le fémur.

Selon une autre caractéristique de la présente invention, les moyens pour prendre la mesure de la cote comportent :

une aiguille définie selon un premier axe,

un pointeau défini selon un deuxième axe sensiblement parallèle au
15 premier axe, le pointeau comportant une extrémité de pointage et une tête de pointage,

une règle définissant un troisième axe,

des moyens pour monter l'aiguille en translation par rapport à la règle suivant un quatrième et un cinquième axes de façon que le quatrième axe soit
20 sensiblement parallèle au troisième axe et que le cinquième axe soit sensiblement parallèle aux premier et deuxième axes, et

des moyens pour monter le pointeau en association avec une extrémité de la règle de façon qu'il soit en translation libre suivant le deuxième axe et de façon que le troisième axe soit sensiblement perpendiculaire au deuxième axe.

25 Selon une autre caractéristique de la présente invention, les moyens pour définir un plan de coupe du col du fémur entre le sommet de la tête du fémur et le second point prédéfini sur le fémur comportent :

une coupelle de réception apte à épouser une partie de la tête du fémur entourant son sommet,

30 une plaque sur laquelle est définie une surface plane de guidage,

une glissière comportant une première et une seconde parties de glissière aptes à coopérer entre elles par glissement suivant une première direction donnée,

des moyens pour solidariser la première partie de glissière avec la
35 coupelle de réception, et

des moyens pour monter la plaque en translation par rapport à la seconde partie de glissière suivant une seconde direction faisant avec la



première direction un angle non nul de façon qu'au moins une portion d'une tranche de la plaque puisse venir au contact du col du fémur quand la coupelle de réception est en applique au sommet de la tête du fémur.

- 5 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront au cours de la description suivante donnée en regard des dessins annexés à titre illustratif, mais nullement limitatif, dans lesquels:

- La figure 1 représente une vue schématique d'un mode de réalisation d'une première partie du matériel ancillaire selon l'invention, de préparation à l'implantation d'une prothèse totale de hanche entre un fémur et l'os iliaque, en précisant que cette première partie de matériel ancillaire est représentée rabattue dans le plan de la figure, c'est-à-dire rabattue d'un angle d'environ quatre-vingt-dix degrés à partir de sa position normale par rapport à l'os iliaque et au fémur qui, eux, sont représentés en vue de face, et

- 15 Les figures 2 à 4 représentent, respectivement en vues de côté, de dessus et de face, un mode de réalisation de la seconde partie du matériel ancillaire selon l'invention, l'échelle utilisée pour la figure 4 étant plus grande que celle utilisée pour les figures 2 et 3.

- Le Demandeur tient aussi à préciser que les figures ne représentent qu'un exemple de mode de réalisation de l'objet selon l'invention, et qu'il peut 20 exister d'autres modes de réalisation qui répondent à la définition de cette invention.

- Il précise en outre que, lorsque, selon la définition de l'invention, l'objet de l'invention comporte "au moins un" élément ayant une fonction donnée, le mode de réalisation décrit peut comporter plusieurs de ces éléments.

- 25 Il précise aussi que, si le mode de réalisation de l'objet selon l'invention tel qu'illustré comporte plusieurs éléments de fonction identique et que si, dans la description, il n'est pas spécifié que l'objet selon cette invention doit obligatoirement comporter un nombre particulier de ces éléments, l'objet de l'invention pourra être défini comme comportant "au moins un" de ces 30 éléments.

- La présente invention concerne un matériel ancillaire de préparation à l'implantation d'une prothèse totale de hanche entre un fémur 1 comportant une tête 2 et un col 3, et l'os iliaque 4 comportant une cavité cotyloïdienne 5 et une aile 6.

- 35 Le matériel ancillaire comporte des moyens 10 pour prendre la mesure d'une cote 13 entre un premier point 11 prédéfini sur l'aile 6 de l'os iliaque et un second point 12 prédéfini sur le fémur (figure 1), et des moyens 40 pour



définir un plan de coupe du col du fémur 3 entre le sommet 42 de la tête du fémur 2 et le second point 12 prédéfini sur le fémur (figures 2 à 4).

En se reportant plus particulièrement à la figure 1, celle-ci représente un mode de réalisation des moyens 10 pour prendre la mesure de la cote 13.

- 5 Dans une réalisation préférentielle, ces moyens 10 comportent une aiguille 14 définie selon un premier axe 15 et un pointeau 16 défini selon un deuxième axe 17 sensiblement parallèle au premier axe 15, ce pointeau comportant une extrémité de pointage 18, par exemple sous une forme pointue ou en biseau, et une tête de pointage 19.

- 10 Les moyens 10 comportent en plus une règle 20 définissant un troisième axe 21 et des moyens 22 pour monter l'aiguille 14 en association avec la règle.

- Ces moyens 22 sont des moyens pour monter l'aiguille 14 en translation par rapport à la règle 20 suivant un quatrième axe 25 et un cinquième axe 26 de façon que le quatrième axe 25 soit sensiblement parallèle au troisième axe 21 et que le cinquième axe 26 soit sensiblement parallèle aux premier 15 et deuxième 17 axes.

Dans une réalisation avantageuse, comme illustré sur la figure 1, le quatrième axe 25 est sensiblement confondu avec le troisième axe 21 et le cinquième axe 26 est sensiblement confondu avec le premier axe 15.

- 20 Les moyens 10 comportent en outre des moyens 24 pour monter le pointeau en translation libre par rapport à la règle 20 suivant le deuxième axe 17 et de façon que le troisième axe 21 soit sensiblement perpendiculaire à ce deuxième axe 17. Ces moyens 22 sont par exemple constitués par un manchon solidaire de la règle et entourant le pointeau 16 de façon que ce dernier puisse 25 y coulisser librement suivant son axe 17.

- De façon préférentielle, les moyens 22 pour monter l'aiguille 14 en translation par rapport à la règle 20 suivant les quatrième et cinquième axes 25, 26 sont constitués par exemple par un dé 60 ou analogue qui comporte deux percées traversantes orthogonales dans lesquelles se déplacent en 30 couissant respectivement l'aiguille 14 et la règle 20.

- De façon avantageuse, les moyens 10 comportent en outre des moyens commandables 27 pour bloquer la translation de l'aiguille par rapport à la règle suivant au moins le quatrième axe 25, quand le pointeau et la règle sont dans une position définie l'un par rapport à l'autre, et des butées 28-1, 28-2 35 pour limiter la translation de l'aiguille 14 selon le cinquième axe 26 sur une longueur donnée de façon que, lorsque les moyens 22 sont constitués comme mentionné ci-avant, l'aiguille ne puisse être désolidarisée du dé 60.



Les moyens de blocage commandables 27 sont par exemple constitués par une vis ou analogue montée en coopération avec un orifice complémentaire taraudé réalisé dans le dé 60, de façon que l'extrémité de cette vis puisse venir appuyer contre la règle et la plaquer, en la pinçant, contre la paroi de la percée traversante dans laquelle elle coulisse, pour la bloquer dans le dé.

Ces moyens 10 pour prendre la mesure d'une cote 13 entre un premier point 11 prédéfini sur l'aile 6 de l'os iliaque et un second point 12 prédéfini sur le fémur (figure 1) s'utilisent de la façon suivante:

Le praticien commence par enfoncer l'extrémité pointue de l'aiguille 14 en un point 11 de l'os iliaque 4, par exemple en exerçant une force de pression sur son extrémité 18 au moyen d'une masse. L'aiguille 14 est enfoncée de préférence en un point 11 de l'aile 6 de cet os iliaque, suivant une direction 15 qui est serait horizontale si le patient était debout. L'aiguille 14 est donc positionnée fixement par rapport au bassin du patient.

Ensuite, avant de luxer l'articulation, c'est-à-dire avant d'enlever la tête du fémur de la cavité cotyloïdienne, la praticien enfle le manchon 24 sur le pointeau 16 et déplace la règle 20 suivant l'axe 25 par rapport à l'aiguille jusqu'à ce que l'extrémité 18 du pointeau vienne en regard d'un point prédéterminé 12 sur le fémur 3. Ce point est généralement choisi au niveau du grand trochanter de la tête du fémur sensiblement en un endroit comme celui qui est représenté en 12 sur la figure 1.

Quand l'extrémité 18 du pointeau est dans cette position, le praticien bloque, à l'aide des moyens 27, la position de l'aiguille par rapport à la règle 20 sur l'axe 25 et donne un coup sur la tête de pointage 19 du pointeau 16 pour que l'extrémité de pointage laisse une marque au moins temporaire sur le grand trochanter du fémur 3. Cette marque constitue le point 12 prédéfini sur le fémur mentionné ci-avant.

Le praticien relève alors la cote 13 qui sépare l'axe 17 du pointeau 16 de l'axe 15 de l'aiguille 14. Cette cote est relevée par exemple sur la règle 20, au moyen de repères imprimés sur cette règle, puis mémorisée de quelque façon que ce soit, par exemple en maintenant un blocage permanent entre l'aiguille 14 et la règle 20.

Le praticien peut alors enlever cette première partie 10 du matériel auxiliaire, ou bien enlever uniquement le pointeau 16 qui peut coulisser facilement dans le manchon 24, les autres éléments constituant ces moyens 10 étant laissés en place, étant donné qu'ils ne génèrent en rien le travail du chirurgien. Ce dernier commence alors l'opération d'implantation proprement



dite de la prothèse totale de hanche.

En premier lieu, il effectue une luxation de l'articulation de façon à sortir la tête du fémur 2 de la cavité cotyloïdienne 5 et une rotation du fémur pour pouvoir atteindre facilement le sommet 42 de la tête du fémur.

- 5 Le praticien utilise, alors la seconde partie du matériel ancillaire illustrée sur les figures 2 à 4, constituée par les moyens 40 pour définir un plan de coupe du col du fémur 3 entre le sommet 42 de la tête du fémur et le second point 12 prédéfini sur le fémur comme décrit ci-dessus.

- Ces moyens 40 comportent une coupelle de réception 43 apte à épouser
- 10 une partie de la tête du fémur 2 entourant son sommet 42, une plaque 44 sur laquelle est définie une surface plane de guidage 41, par exemple d'une lame de scie, une glissière 45 comportant une première 46 et une seconde 47 parties de glissière aptes à coopérer entre elles par glissement suivant une première direction donnée 48, des moyens 57 pour solidariser la première partie de
- 15 glissière 46 avec la coupelle de réception 43, des moyens 58 pour monter la plaque 44 en translation par rapport à la seconde partie de glissière 47 suivant une seconde direction 49 faisant avec la première direction 48 un angle α non nul, de façon qu'au moins une portion d'une tranche 50 de la plaque 44 puisse venir au contact du col du fémur 3 quand la coupelle de réception 43 est en
- 20 applique au sommet 42 de la tête du fémur 2.

De façon pratique, et donc avantageuse, la valeur de l'angle α entre les première et seconde directions 48, 49 est sensiblement égal à quatre-vingt-dix degrés, comme sur la figure 2.

- Dans une réalisation avantageuse, ces moyens 40 comportent en outre
- 25 des moyens 51 pour ancrer la plaque 44 dans le col du fémur 3. Ces moyens 51 sont par exemple constitués par une pièce 52 sensiblement pointue solidaire de la portion de tranche 50 de la plaque qui est apte à venir au contact du col du fémur 3.

- De préférence, ces moyens 40 comportent en outre des moyens 53, par
- 30 exemple une tige rectiligne 55, pour viser suivant une troisième direction 54 définie par rapport à la surface plane de guidage 41 et des moyens 56 pour monter, directement ou indirectement, cette tige rectiligne en association avec la plaque 44.

- Dans le mode de réalisation illustré, ces moyens 56 sont constitués par un
- 35 plot 61 solidaire de la partie de glissière 47 et un ergot 62 sur lequel est fixée une extrémité de la tige 55. Cet ergot est avantageusement pivotant et apte à être bloqué lorsque la tige 55 fait avec la surface plane de guidage 41 un angle



prédéterminé, fonction notamment du type de prothèse à implanter, plus particulièrement de la patte de prothèse.

- Comme illustré sur les figures 2 et 3, les moyens 40 peuvent comporter en outre une poignée de manipulation 64, solidaire par exemple de la première
- 5 partie de glissière 46, facilitant le positionnement de la coupelle de réception 43 sur le sommet 42 de la tête du fémur 2 et le maintien de la plaque 44 avant de l'ancrer dans le col du fémur.

- Quand donc, comme mentionné ci-avant, le praticien a luxé l'articulation entre la tête du fémur et la cavité cotyloïdienne de l'os iliaque, il
- 10 utilise la seconde partie 40 du matériel ancillaire décrite ci-dessus.

Il place la coupelle de réception 43 contre le sommet 42 de la tête du fémur 2 et ajuste sa position de façon que la tige de visée 55 soit parallèle à l'axe 63 du fémur 1.

- Il positionne ensuite la plaque 44 à une distance du sommet 42 qu'il a déterminée, notamment par calcul en tenant compte des dimensions des
- 15 différents éléments de la prothèse, c'est-à-dire du rayon du cotyle, de celui de la tête de prothèse, de la longueur du col de la patte de prothèse, pour définir la position du plan de coupe du col du fémur par rapport notamment au sommet 42 mais aussi par rapport au second point prédéfini 12, de façon que, lorsque la
- 20 prothèse aura été implantée, le fémur retrouve la position qu'il avait originellement ou éventuellement corrigée à l'aide du calcul effectué par le praticien pour tenir compte, par exemple, de la dégradation de la tête du fémur et/ou de la cavité cotyloïdienne de l'os iliaque du patient avant l'opération.

- Quand la plaque 44 est positionnée comme déterminé par le praticien
- 25 contre le col du fémur 3, la surface plane de guidage 41 définit le plan de coupe. Le praticien peut alors donner un coup sur la plaque 44 pour enfoncer la pièce pointue 52 dans l'os afin que la plaque ne puisse subir des déplacements par rapport au col du fémur.

- En suivant la surface plane de guidage 41, le praticien peut alors scier le
- 30 col du fémur, puis implanter la prothèse selon la technique habituelle adaptée à cette prothèse. Il replace ensuite la tête de prothèse dans le cotyle.

- Si le praticien veut vérifier le bon positionnement du couple "cotyle-patte de prothèse", il peut utiliser à nouveau la première partie 10 du matériel ancillaire en replaçant le pointeau dans le manchon et son extrémité 18 dans
- 35 la marque faite précédemment sur le fémur, il peut ainsi contrôler si la cote relevée 13 (éventuellement corrigée comme mentionné ci-dessus) a bien été respectée.



REVENDIGATIONS

- 1- Matériel ancillaire de préparation à l'implantation d'une prothèse totale de hanche entre un fémur (1) comportant une tête (2) et un col (3), et
5 l'os iliaque (4) comportant une cavité cotyloïdienne (5) et une aile (6), caractérisé par le fait qu'il comporte:
des moyens (10) pour prendre la mesure d'une cote (13) entre un premier point prédéfini (11) sur l'aile de l'os iliaque et un second point (12) prédéfini sur le fémur, et
10 des moyens (40) pour définir un plan de coupe du col du fémur (3) entre le sommet (42) de la tête du fémur (2) et le second point (12) prédéfini sur le fémur.
- 2- Matériel ancillaire selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les moyens (10) pour prendre la mesure de la cote (13) comportent :
15 une aiguille (14) définie selon un premier axe (15),
un pointeau (16) défini selon un deuxième axe (17) sensiblement parallèle au premier axe, le pointeau comportant une extrémité de pointage (18) et une tête de pointage (19),
une règle (20) définissant un troisième axe (21),
20 des moyens (22) pour monter l'aiguille (14) en translation par rapport à la règle (20) suivant un quatrième (25) et un cinquième (26) axes de façon que le quatrième axe (25) soit sensiblement parallèle au troisième axe (21) et que le cinquième axe (26) soit sensiblement parallèle aux premier et deuxième axes (15, 17), et
25 des moyens (24) pour monter le pointeau (16) en association avec une extrémité (23) de la règle (20) de façon qu'il soit en translation libre suivant le deuxième axe (17) et de façon que le troisième axe (21) soit sensiblement perpendiculaire au deuxième axe (17).
- 3- Matériel ancillaire selon la revendication 2, caractérisé par le fait
30 que les moyens (10) pour prendre la mesure de la cote (13) comportent en outre des moyens commandables (27) pour bloquer la translation de l'aiguille par rapport à la règle suivant au moins le quatrième axe (25), quand l'aiguille et la règle sont dans une position définie l'une par rapport à l'autre.
- 4- Matériel ancillaire selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé
35 par le fait que les moyens (10) pour prendre la mesure de la cote (13) comportent des butées (28-1, 28-2) pour limiter la translation de l'aiguille selon le cinquième axe (26) à une longueur donnée.



5- Matériel ancillaire selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé par le fait que le quatrième axe (25) est sensiblement confondu avec le troisième axe (21) et que le cinquième axe (26) est sensiblement confondu avec le premier axe (15).

- 5 6- Matériel ancillaire selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que les moyens (40) pour définir un plan de coupe du col du fémur (3) entre le sommet (42) de la tête du fémur (2) et le second point (12) prédéfini sur le fémur comportent :

10 une coupelle de réception (43) apte à épouser une partie de la tête du fémur (2) entourant son sommet (42),

une plaque (44) sur laquelle est définie une surface plane de guidage (41),

- 15 une glissière (45) comportant une première (46) et une seconde (47) parties de glissière aptes à coopérer entre elles par glissement suivant une première direction donnée (48),

des moyens (57) pour solidariser la première partie de glissière (46) avec la coupelle de réception (43), et

- 20 des moyens (58) pour monter la plaque (44) en translation par rapport à la seconde partie de glissière (47) suivant une seconde direction (49) faisant avec la première direction (48) un angle (α) non nul de façon qu'au moins une portion d'une tranche (50) de la plaque (44) puisse venir au contact du col du fémur (3) quand la coupelle de réception (43) est en applique au sommet (42) de la tête du fémur (2).

- 25 7- Matériel ancillaire selon la revendication 6, caractérisé par le fait que les moyens (40) pour définir le plan de coupe comportent en outre des moyens (51) pour ancrer la plaque (44) dans le col du fémur (3).

- 30 8- Matériel ancillaire selon la revendication 7, caractérisé par le fait que les moyens (51) pour ancrer la plaque dans le col du fémur sont constitués par une pièce (52) sensiblement pointue solidaire de la portion de tranche (50) de la plaque apte à venir au contact du col du fémur.

9- Matériel ancillaire selon l'une des revendications 6 à 8, caractérisé par le fait que les moyens (40) pour définir le plan de coupe du col du fémur (3) comportent en outre des moyens (53) pour viser suivant une troisième direction (54) définie par rapport à la surface plane de guidage (41).

- 35 10- Matériel ancillaire selon la revendication 9, caractérisé par le fait que les moyens de visée (53) comportent une tige rectiligne (55) et des moyens (56) pour monter la tige rectiligne en association avec la plaque (44).



11- Matériel ancillaire selon l'une des revendications 6 à 10, caractérisé par le fait que la valeur de l'angle (α) entre les première (48) et seconde (49) directions est sensiblement égal à quatre-vingt-dix degrés.



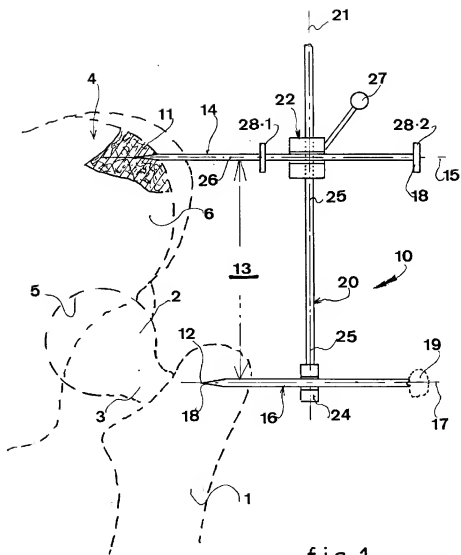
$\frac{1}{2}$ 

fig. 1

